

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 37 18510 A1

⑳ Aktenzeichen: P 37 18 510.1
㉔ Anmeldetag: 3. 6. 87
㉕ Offenlegungstag: 29. 12. 88

⑤① Int. Cl. 4:
G 21 D 9/00
G 21 C 15/00
G 21 C 1/14

DE 37 18510 A1

㉚ Anmelder:
Greul, Artur Richard, 6000 Frankfurt, DE

⑤② Zusatz zu: P 37 16 267.5

㉛ Erfinder:
gleich Anmelder

⑤④ Ein Verfahren zur Erzeugung von nuklearer Wärme bis höchstens 250 °C

Verfahren zur Erzeugung von nuklearer Wärme von 150 bis 200 °C höchstens 250 °C durch Wiedereinsatz von gebrauchten Brennelementen in einem kleinen, mit schwerem Wasser moderiertem Kernreaktor, der in einem Außenraum (Pool) vorzugsweise von einer borhaltigen, organischen Flüssigkeit umgeben wird.

DE 37 18510 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von nuklearer Wärme bis höchstens 250°C, dadurch gekennzeichnet, daß

- mindestens zwei, vorzugsweise gebrauchte, sogenannte abgebrannte Brennelemente aus Leichtwasser- ggf. anderen Reaktoren, oder mehr, z. B. 16 Brennelemente, horizontal, vorzugsweise vertikal einzeln oder zu vieren in Röhren ohne Böden oder auch kompakt, alle 16 in einem Gefäß ohne Boden, welche/s in einem Druckbehälter angeordnet sind/ist, so daß vertikal abwärts außen an den Röhren oder dem Gefäß fließend abgekühltes D₂O als Moderator dient, sich umkehrt und durch die/den offenen Böden/Boden in den Röhren oder dem Gefäß aufwärts fließend als Kühlmittel fungiert, wobei es immer unter Druck steht und die Gesamtanlage in einem Außenraum (Pool) angeordnet ist, in dem sie allseitig von borigem Wasser (1,5–2%ig) oder vorzugsweise einer borhaltigen, organischen Flüssigkeit wie z. B. Diphenyl oder Terphenyl etc. umgeben wird,
- die Röhren oder der Behälter als Druckröhren oder Druckbehälter ausgebildet sind/ist und sie/er von einem drucklosen Calandria umschlossen werden/wird, welcher selbst frei auf Beinen oder Traversen in einem Außenraum (Pool) steht, der mit borigem Wasser (1,5–2%ig) oder vorzugsweise einer borhaltigen, organischen Flüssigkeit wie z. B. Diphenyl oder Terphenyl etc. angefüllt ist, wobei im Calandria fast drucklos D₂O als Moderator dient und mit einem Kühlkreislauf ausgestattet sein kann, während als Kühlmittel in Druckröhren bzw. Druckbehälter vertikal H₂O und D₂O zirkuliert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkreislauf an zwei Schnittstellen durch Sperren mit dem Außenraum (Pool) und somit mit dem borigen Wasser oder vorzugsweise einer borhaltigen, organischen Flüssigkeit wie z. B. Diphenyl oder Terphenyl etc. indirekt verbunden ist, so daß bei außergewöhnlichen Druckveränderungen im Kühlkreislauf durch Bruch der Sperre eine Kühlung und Abschaltung des Reaktors gewährleistet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei außergewöhnlichen Veränderungen im Kühlkreislauf im selben Bor freigesetzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel mehr oder weniger mit einem Reaktorgift, z. B. Bor angereichert ist, um die Kühlmitteltemperatur durch Steuerung des Neutronenflusses auf 150 bis 200°C höchstens 250°C zu begrenzen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch Umkehren der Brennelemente oder Umkehren der Brennstäbe in den Brennelementen eine entgegengesetzte Fließrichtung des Kühlmittels als im vorhergehenden Einsatz erreicht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß bei der niedrigen Temperatur des Kühlmittels durch den Einsatz des Clausius-Rankine-Prozesses mit einem bei tieferen Temperaturen siedenden Kreislaufmittels elektrische Energie erzeugt wird.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erzeugung von Wärme von 150 bis 200°C höchstens 250°C mit einem nuklearen Reaktor.

Die am meisten benötigte Wärmeenergie wird bei Temperaturen bis 200°C verbraucht, z. B. für Raumheizung, Meerwasserentsalzung etc.

Für diese Zwecke wird heute in den meisten Fällen Erdöl, Erdgas oder Kohle eingesetzt, was einerseits zu hohen Kosten beim Verbraucher führt und andererseits nur auf endliche Zeiträume machbar ist, da die zur Verfügung stehenden Mengen der einzelnen Energierohstoffe nur noch wenige Generationen ausreichen. Außerdem sind sie eine wesentliche Quelle der Luftverschmutzung.

Die Erfindung soll hier, wenn auch nur in einzelnen Bereichen, Abhilfe schaffen.

Die Aufgabe wird mit den erfindungsgemäßen Vorschlägen dadurch gelöst, daß mindestens zwei, vorzugsweise gebrauchte, sogenannte abgebrannte Brennelemente aus Leichtwasser- ggf. anderen Reaktoren, oder mehr, z. B. 16 Brennelemente, horizontal, vorzugsweise vertikal einzeln oder zu vieren in Röhren ohne Böden oder auch kompakt, alle 16 in einem Gefäß ohne Boden, welche/s in einem Druckbehälter angeordnet sind/ist, so daß vertikal abwärts außen an den Röhren oder dem Gefäß fließend abgekühltes D₂O als Moderator dient, sich umkehrt und durch die/den offenen Böden/Boden in den Röhren oder dem Gefäß aufwärts fließend als Kühlmittel fungiert, wobei es immer unter Druck steht und die Gesamtanlage in einem Außenraum (Pool) angeordnet ist, in dem sie allseitig von borigem Wasser (1,5–2%ig) oder vorzugsweise einer borhaltigen, organischen Flüssigkeit, wie z. B. Diphenyl oder Terphenyl etc. umgeben wird oder die Röhren oder der Behälter als Druckröhren oder Druckbehälter ausgebildet sind/ist und sie/er von einem drucklosen Calandria umschlossen werden/wird, welcher selbst frei auf Beinen oder Traversen in einem Außenraum (Pool) steht, der mit borigem Wasser (1,5–2%ig) oder vorzugsweise einer borhaltigen, organischen Flüssigkeit wie z. B. Diphenyl oder Terphenyl etc. angefüllt ist, wobei im Calandria fast drucklos D₂O als Moderator dient und mit einem Kühlkreislauf ausgestattet sein kann, während als Kühlmittel in Druckröhren bzw. Druckbehälter vertikal H₂O oder D₂O zirkuliert.

Das natürliche Uran weist gegenwärtig folgende Isotopenzusammensetzung aus: 99,27% Uran-238, 0,72% Uran-235 sowie 0,0056% Uran-234. Im Brennelement für Leichtwasserreaktoren ist das Uran-235 auf ca. 3,2% angereichert.

Bei einem Brennelementewechsel z. B. nach einem Abbrand von ca. 35 000 MWd/t U für ein DWR-Brennelement sind in diesem noch ca. 0,8% Uran-235 enthalten und es ist noch ca. 0,6% des spaltbaren Plutoniums vorhanden, das erbrütet wurde. Es ist also mehr spaltbares Material vorhanden als im Natururan. Die Brennelemente sind das teuerste im gesamten Reaktorbetrieb, aus diesem Grunde könnten höhere Abbrände z. B. 50 oder 100 000 MWd/t wirtschaftliche Vorteile erbringen.

Die Versprödung der Brennelemente mit zunehmenden

dem Abbrand ist bisher der limitierende Faktor. Bei diesem Konflikt bieten sich bis jetzt zwei Möglichkeiten an:

- a) Aufarbeitung der Elemente mit Rückgewinnung des Restbrennstoffes, was im Moment unwirtschaftlich ist oder
- b) Endlagerung des gesamten Brennelementes mit Verlust des Restbrennstoffes, was ungefährlicher erscheint.

10

Einen dritten Weg zeigt die Erfindung auf, in dem diese gebrauchten Brennelemente in kleineren Reaktoren mit niedrigerer Temperatur und damit auch mit niedrigerem Druck wieder eingesetzt werden, was durch die Steuerung mit einem Reaktorgift wie z. B. Bor leicht möglich ist. Auch das Umkehren ganzer Brennelemente oder der einzelnen Brennstäbe in den Brennelementen, wodurch die Fließrichtung des Kühlmittels umgekehrt wird, kann von Vorteil sein und die Lebensdauer der Brennelemente stark erhöhen, da die Korrosion an den Hüllenrohren gleichmäßiger verteilt wird. Es ist bis jetzt (nach mehr als 20 Jahren) noch kein Fall bekannt, daß eine Schwächung von Hüllenrohren oder Strukturteilen festgestellt wurde oder aber das Brennstabdefekte aufgetreten sind.

Zur inhärenten Sicherheit ist der Reaktor in einem Außenraum (Pool) mit kaltem borigem Wasser oder vorzugsweise einer borhaltigen, organischen Flüssigkeit wie z. B. Diphenyl oder Terphenyl etc. angeordnet. Außenraum (Pool) und Kühlkreislauf sind an bestimmten Schnittstellen indirekt miteinander verbunden, d. h. bei normalem Betrieb reicht der Druck der Kühlmittelpumpe aus, durch eine Sperre den Zufluß von Flüssigkeit aus dem Außenraum (Pool) in den Reaktor zu verhindern. Bei einer Unterbrechung der Kühlmittelströmung würde durch Bruch der Sperre die Flüssigkeit aus dem Außenraum (Pool) in den Kühlkreislauf fließen. Das in der Flüssigkeit enthaltene Bor würde durch Neutronenabsorption die Kettenreaktion unterbrechen. Das große Volumen des Außenraums (Pools) wäre ausreichend, um den Reaktor für einige Tage ohne einen Eingriff durch Bedienungspersonal und ohne Notkühlsystem zu kühlen.

Die Verwendung einer borhaltigen, organischen Flüssigkeit wie Diphenyl etc. im Außenraum (Pool) hat den Vorteil, daß bei einem Störfall das Kühlmittel und auch ggf. der Moderator (D_2O) leicht von der Flüssigkeit des Außenraums (Pool) getrennt werden kann.

50

55

60

65

First Hit

L5: Entry 3 of 4

File: DWPI

Dec 29, 1988

DERWENT-ACC-NO: 1989-008060

DERWENT-WEEK: 198902

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Moderate temp. heat generation - using spent nuclear fuel elements in small low pressure reactor

INVENTOR: GREUL, A R

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE

CODE

GREUL A R

GREUI

PRIORITY-DATA: 1987DE-3718510 (June 3, 1987), 1977DE-0716267 (June 9, 1987)

Search Selected

Search ALL

Clear

PATENT-FAMILY:

PUB-NO

PUB-DATE

LANGUAGE

PAGES

MAIN-IPC

DE 3718510 A

December 29, 1988

003

APPLICATION-DATA:

PUB-NO

APPL-DATE

APPL-NO

DESCRIPTOR

DE 3718510A

June 3, 1987

1987DE-3718510

INT-CL (IPC): G21C 1/14; G21C 15/00; G21D 9/00

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3718510A

BASIC-ABSTRACT:

Nuclear heat at max. 250 deg.C is generated using at least two (e.g. 16) pref. spent fuel elements (e.g. from light water reactors) which are arranged horizontally or pref. vertically, individually or in groups of four in bottomless tubes or all together in a bottomless vessel. The vessel or the tubes is/are arranged in a pressure vessel such that cooled D2O flows allowing only outside the vessel or tubes to act as the moderator, reverses its direction and flows upwardly through the open bottom(s) of the vessel or tubes to act as the coolant, the D2O being held constantly under pressure. The entire unit is located in a pool in which it is surrounded by boriated water (1.5-2%) or pref. a boron-contg. organic liq. such as diphenyl or terphenyl.

Alternatively, the vessel or the tubes is/are in the form of a pressure vessel or pressure tubes enclosed by a non-pressurised calandria standing, without legs or traverses, in a pool filled with boriated water (1.5-2%) or pref. a boron-contg. organic liq. Almost pressure-less D2O serves as moderator within the calandria and can be provided with a cooling circuit, while H2O and D2O circulate as coolant within the pressure vessel or pressure tubes.

USE/ADVANTAGE - The process is useful for generating heat at up to 200 deg.C, e.g., for space heating or seawater desalination. It provides a further use for spent fuel elements in small low temp., low pressure reactors for heat generation. Cladding corrosion is uniformly distributed so that the fuel elements have a long useful life (e.g., more than 20 years).

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/0

TITLE-TERMS: MODERATE TEMPERATURE HEAT GENERATE SPENT NUCLEAR FUEL ELEMENT LOW PRESSURE REACTOR

DERWENT-CLASS: K05

CPI-CODES: K05-A02B; K05-B03; K06-X;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1989-003828